

**Московский государственный университет
путей сообщения (МИИТ)
Кафедра «Химия и инженерная экология»**

Группа _____ Студент _____
(ФИО студента, дата выполнения)

Преподаватель _____ Отчёт принят _____
(ФИО преподавателя) (Подпись преподавателя, дата)

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 7

Скорость химических реакций. Химическое равновесие

1. Цель работы:

Изучение влияния некоторых факторов на скорость и состояние химического равновесия реакций.

2. Необходимые средства

Посуда: пробирки.

Реактивы:

1. Растворы веществ: FeCl_3 , NH_4SCN , NH_4Cl , CH_3COOH , NH_4OH .
2. Растворы индикаторов: лакмус, фенолфталеин.
3. Сухие вещества: CH_3COONa , NH_4Cl .

Основные теоретические положения

Скоростью химической реакции называется _____

По фазовому составу реагирующих веществ реакции делятся на *гомогенные* и *гетерогенные*.

Гомогенные реакции _____

Гетерогенные реакции _____

В *гомогенной* реакции образование продуктов происходит в _____ реакционной системы. Поэтому величина этого фактора учитывается в формуле расчета скорости реакции:

$$V_{\text{гом.}} = \quad \quad \quad [\text{моль/л}\cdot\text{с}]$$

В ходе реакции концентрации реагирующих веществ _____ в виду их перехода в продукты, и скорость реакции _____.

Для *гетерогенных* реакций зависимость скорости определяется _____
соприкосновения фаз. Величина этого фактора учитывается в расчете скорости таких
реакций:

$$V_{\text{гет.}} = \quad \quad \quad [\text{моль/см}^2 \cdot \text{с}]$$

На скорость реакции влияют следующие основные факторы:

- 1) Все вещества различны по химической активности, поэтому скорость реакции зависит от _____.
- 2) С ростом *концентрации* реагирующих веществ возрастает их _____ в реакционной системе и следовательно _____ скорость реакции.
- 3) С повышением *температуры* скорость движения частиц реагирующих веществ _____ и следовательно скорость реакции _____.
- 4) Когда реагирующие вещества, находятся в газообразном состоянии, то *давление* является важным фактором воздействия на скорость реакции. При повышении давления в реакционной системе расстояние между частицами веществ _____ и скорость реакции _____.
- 5) Применение катализатора _____ скорость реакции.
Применение ингибитора _____ скорость реакции.
- 6) Для гетерогенной реакции скорость зависит от _____ поверхности твердого вещества.

Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ описывается законом _____.

Для реакции $aA + bB \rightarrow cC + dD$ выражение закона действующих масс (ЗДМ) имеет вид:

$$V =$$

В этой формуле константа скорости реакции может менять свое значение, в зависимости от следующих факторов: _____

В выражении закона действующих масс концентрации твердых веществ, участвующих в реакции, _____

Реакция	Тип реакции (гомо- или гетерогенная)	Выражение закона действующих масс
$2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$		
$\text{C}(\text{тв.}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2(\text{г})$		

Понятие *химического равновесия* применимо к _____ реакциям.

Обратимыми реакциями называются _____

Равновесие в обратимых реакциях наступает в момент _____ скоростей прямой и обратной реакций.

Прямая реакция идет слева направо, а обратная – справа налево.

Например, для реакции: $a\text{A} + b\text{B} \leftrightarrow c\text{C} + d\text{D}$

$a\text{A} + b\text{B} \rightarrow$ _____ реакция

$c\text{C} + d\text{D} \rightarrow$ _____ реакция

Для реакции: $a\text{A} + b\text{B} \leftrightarrow c\text{C} + d\text{D}$ выражение константы равновесия имеет вид:

$K =$

В этой формуле приняты следующие обозначения:

Из формулы следует, что величина константы равновесия показывает отношение концентраций _____ реакции к концентрациям _____ веществ, установленных на момент достижения _____.

Для одной и той же реакции, при неизменных величинах температуры, давления, концентрации, величина константы равновесия _____.

При изменении одного из перечисленных параметров происходит _____ химического равновесия.

Направление смещения химического равновесия определяется принципом _____.

Формулировка принципа такова:

При изменении внешних условий (_____) равновесие смещается в сторону той реакции (прямой или обратной), которая _____ это внешнее воздействие.

Выводы из принципа Ле-Шателье:

1. Уменьшение концентрации одного из веществ в реакции смещает равновесие в сторону _____ концентрации этого вещества.
2. Уменьшение давления смещает равновесие в сторону _____ количества молей газообразных веществ, если они участвуют в реакции.
3. Охлаждение смещает равновесие в сторону _____ реакции, а нагревание – в сторону _____ реакции.

Принцип Ле-Шателье применим ко всем равновесным состояниям в химических процессах, в том числе к растворам слабых электролитов.

Например, в растворе уксусной кислоты существует равновесие между молекулами и ее ионами, образующимися при диссоциации (уравнение диссоциации уксусной кислоты):

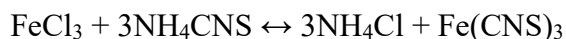


Добавление в раствор этой кислоты одноименного иона, например, CH_3COO^- с солью CH_3COONa сместит установившееся ранее равновесие _____.

Экспериментальная часть

Опыт № 1. Смещение равновесия при изменении концентраций реагирующих веществ.

1.1. Приготовить равновесную систему, образующуюся по реакции:



С этой целью, в пробирке смешать 5 мл разбавленного раствора хлорида железа (FeCl_3) и 5 мл разбавленного раствора роданида аммония (NH_4CNS). Роданид железа $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ имеет красную окраску. Чем больше молекул $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ в растворе, тем интенсивнее окрашен раствор.

Записать выражение для константы равновесия реакции:

К =

1.2. Разделить содержимое пробирки на 4 части. Одну пробирку принять за эталон сравнения. С эталоном будет сравниваться цвет растворов в трех других пробирках после проведения реакций.

1.3. В одну из оставшихся пробирок добавить 2-3 капли концентрированного раствора хлорида железа FeCl_3 , в другую – такое же количество концентрированного раствора роданида аммония NH_4CNS , в третью – 2-3 капли раствора хлорида аммония NH_4Cl . Во всех случаях сравнить полученные окраски растворов с первоначальным, эталонным, раствором.

1.4. Записать свои наблюдения и выводы в таблицу 1.

Таблица 1

№ Пробирки	Добавленное вещество	Изменение окраски	Направление смещения равновесия
1	FeCl_3		
2	NH_4CNS		
3	NH_4Cl		

Опыт № 2. Смещение ионного равновесия.

2.1. Внести в отдельные пробирки по 2 мл растворов слабых электролитов: CH_3COOH и NH_4OH . Записать уравнения диссоциации молекул этих веществ, отметив, что в данном процессе устанавливается равновесие:

Составить выражения для констант равновесия этих реакций:

2.2. В пробирку с кислотой CH_3COOH добавить одну каплю лакмуса, отметить изменение окраски в растворе и по ней установить характер среды. Согласуется ли ваш вывод с записью уравнения диссоциации этой кислоты?

2.3. В пробирку с основанием NH_4OH добавить одну каплю раствора фенолфталеина, отметить изменение окраски в растворе и по ней установить характер среды. Согласуется ли ваш вывод с записью уравнения диссоциации этого основания?

2.4. Добавить в пробирку с раствором CH_3COOH с помощью шпателя небольшое количество сухой соли ацетата натрия CH_3COONa . Записать уравнение диссоциации этой соли, зная, что она относится к сильным электролитам:

Отметить изменение окраски раствора в пробирке и записать свои выводы в таблице 2.

2.5. Добавить в пробирку с раствором NH_4OH раствор NH_4Cl . Записать уравнение диссоциации этой соли, зная, что она относится к сильным электролитам:

Отметить изменение окраски раствора в пробирке и записать свои выводы в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Электролит	Индикатор	Окраска раствора	Добавленное вещество	Изменение окраски раствора	Направление смещения равновесия
1.	CH_3COOH	лакмус				
2.	NH_4OH	фенолфталеин				

Задачи

1. Рассчитать изменение скорости реакции при увеличении давления в реакторе в два раза для реакции: $2Al_{(кр.)} + 3Br_{2(г)} = 2AlBr_{3(кр.)}$
2. Указать направление смещения равновесия в системе:
 $CaCO_{3(т)} \leftrightarrow Ca^{2+}_{(раств.)} + CO_3^{2-}_{(раств.)}$
при повышении концентрации ионов CO_3^{2-} .
3. Как изменится скорость реакции: $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$, если объем реакционного сосуда увеличить в 2 раза?
4. Реакция протекает практически до конца за 19 сек. При температуре $100^\circ C$. Сколько времени потребуется для этой реакции при $60^\circ C$? Температурный коэффициент скорости реакции принять равным 2.
5. Изменением какого фактора можно сместить равновесие в системе:
 $CO + H_2O(г) = CO_2 + H_2 + Q$ вправо?
а) охлаждение системы; б) уменьшение давления; г) введение катализатора.

Подпись студента _____